

# CONSERVAÇÃO "EX SITU" DE RECURSOS GENÉTICOS ANIMAIS NO BRASIL: PRESENTE E FUTURO

Samuel R. Paiva<sup>1</sup>, Concepta McManus<sup>2</sup>, Maria do Socorro M. Albuquerque<sup>3</sup>, Alexandre F. Ramos<sup>4</sup>,  
Arthur da S. Mariante<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Samuel Rezende Paiva, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. E-mail: [samuel.paiva@embrapa.br](mailto:samuel.paiva@embrapa.br)

<sup>2</sup> Concepta Margaret McManus Pimentel, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: [concepta.mcmanus@ufrgs.br](mailto:concepta.mcmanus@ufrgs.br)

<sup>3</sup> Maria do Socorro Maués Albuquerque, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. E-mail: [socorro.maués@embrapa.br](mailto:socorro.maués@embrapa.br)

<sup>4</sup> Alexandre Floriani Ramos, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. E-mail: [alexandre.amos@embrapa.br](mailto:alexandre.amos@embrapa.br)

<sup>5</sup> Arthur da Silva Mariante, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. E-mail: [arthur.mariante@embrapa.br](mailto:arthur.mariante@embrapa.br)

**Resumo:** A Embrapa é, provavelmente, a única Instituição pública nacional que mantém um programa conservação de recursos genéticos animais atuando simultaneamente com diferentes estratégias (ex., *In situ* e *Ex situ*). É evidente que tal programa não conta somente com o apoio de Unidades da Embrapa mas também com parcerias fundamentais provenientes de Universidades, Empresas de Pesquisa Estaduais, Associações de Criadores e os próprios produtores rurais. Esse presente trabalho faz um resumo das ações realizadas até o momento bem como os desafios e perspectivas de continuidade desse programa que é estratégico para manutenção da diversidade genética existente das raças localmente adaptadas de animais de produção no país.

**Palavras-chave:** Raças localmente adaptadas, criopreservação, marcadores moleculares,

## Introdução

A Agro-biodiversidade é um componente crítico e estratégico da biodiversidade global. Mais de 75% dos alimentos em todo o mundo é produzido por pouco mais de 25 espécies de plantas e animais domésticos. A manipulação e gestão destes recursos são essenciais para a segurança alimentar mundial. Por outro lado, a pressão para aumentar a produtividade e sustentabilidade dos sistemas de produção é intensa e crescente. Em paralelo dos desafios atuais de pesquisa, desenvolvimento & inovação, como por exemplo: desenvolvimento sustentável dos sistemas de produção, mudanças climáticas, gestão da biodiversidade, qualidade e quantidade da água potável, doenças emergentes e bioenergia, há uma necessidade de aumentar a produção de alimentos como uma resposta ao aumento da população humana e, para atingir tais metas, é extremamente importante ressaltar para a sociedade o papel dos animais de produção e sua correta gestão no centro do debate (Herpin e Charley 2008). Estudos realizados em sistemas de criação de animais de produção animal em todo o mundo demonstraram que haverá uma

necessidade de substituir as raças e espécies nos sistemas de produção durante os próximos 30 anos (Seo e Mendelsohn 2008; Wolfe *et al.* 2008), principalmente em razão ao clima e mudanças do mercado.

A história nos mostra que, a introdução de um recurso genético em um determinado ambiente, tanto não conduziu ao desenvolvimento econômico bem como foi responsável por reduzir a diversidade genética (por exemplo, veja (Fao 2007). Em geral, estas introduções foram de raças especializadas importadas cuja a seleção foi basicamente para maiores quantidades de leite, carne ou lã, sem levar em conta respostas correlacionadas (ex., ambiente do novo sistema de produção ou de características de história de vida da espécie/ raça introduzida). Dessa maneira, a compreensão do potencial adaptativo de uma raça para um determinado sistema de produção é fundamental para avaliar sobre a adequação de um recurso genético.

O Brasil possui diversas raças de animais domésticos que se desenvolveram a partir de raças trazidas pelos colonizadores portugueses logo após o descobrimento. Estas raças foram submetidas a seleção natural em determinados ambientes, até ao ponto de apresentar características específicas para se adaptar a tais condições (Mariante e Cavalcante 2000). Estas raças aqui desenvolvidas ficaram conhecidas como "crioulas", "localmente adaptadas" ou "naturalizadas". Uma parte destas raças está ameaçada de extinção, principalmente em razão de cruzamentos indiscriminados com raças exóticas de animais que foram inicialmente importadas a partir do século XIX e início do XX.

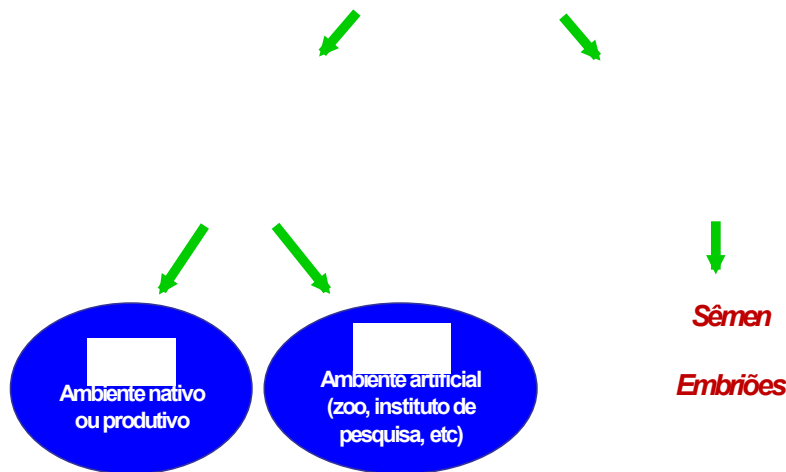
Adicionalmente, no Brasil a caracterização de raças de animais domésticos foi, tradicionalmente, baseada em características fenotípicas (morfológicas e produtivas) resultantes da interação genótipo x ambiente, de modo que os genótipos submetidos a condições ambientais específicas poderia mudar (Mariante e Cavalcante 2000). Assim, a escolha de indivíduos que são representativos de uma determinada raça ou população a ser preservada apenas por seu fenótipo assemelha-se a busca de um alvo móvel que muda de acordo com o ambiente. Uma forma de minimizar este problema é a associação de dados genéticos com informação fenotípica (ex., (Egito *et al.* 1999). Estudos recentes mostram ligações entre raças naturalizadas ou localmente adaptadas em termos de tolerância ao calor (Serrano *et al.* 2004; Mcmanus *et al.* 2009a; Oliveira *et al.* 2008), a resistência a parasitas e doenças (ex., (Ianello *et al.* 2012; Mcmanus *et al.* 2009b) e prolificidade (Silva *et al.* 2011).

Essa breve descrição dos desafios atuais do agronegócio bem como de experiências negativas no passado recente, nos levam nesse texto a reflexão de como programas de Conservação de Recursos Genéticos Animais, em especial os programas *Ex situ*, atuam e deverão atuar para serem um componente importante no alcance das soluções tecnológicas para enfrentar de forma holística e consistente a grande demanda por recursos genéticos adaptados e sustentáveis.

### **Programa de Conservação Recursos Genéticos Animais**

Desde 1983, a Embrapa decidiu ampliar o seu Programa de Pesquisa em Recursos Genéticos,

que até aquele momento só contemplava as espécies vegetais, para raças localmente adaptadas de animais domésticos de produção ameaçadas de extinção. Desde então, foi criada uma rede de conservação de recursos genéticos animais, e este trabalho tem sido desenvolvido por vários centros de pesquisa da Embrapa, assim como por universidades, empresas estaduais de pesquisa e de alguns produtores privados, por meio de: (a) núcleos de conservação, mantido em habitats onde os animais foram submetidos à seleção natural (*In situ*), (b) de armazenamento de sêmen, embriões, ovócitos, DNA em bancos de germoplasma e tecidos (*Ex situ*); (c) manutenção de animais vivos fora de seu ambiente/ habitat de produção e adaptação (*Ex situ – in vivo*). Um esquema didático dessas estratégias de conservação pode ser observado na Figura 1.



**Figura 1.** Modelo esquemático de estratégias de Conservação de Recursos Genéticos Animais. Modificado de <sup>(Simianer 2006)</sup>.

A conservação *In vivo* (*In situ* na maioria dos casos) nos animais domésticos naturalizados brasileiros ocorre especialmente a partir da implantação de Núcleos de Conservação nas regiões de origem das raças naturalizadas. Esses núcleos são fundamentais, pois permitem que um manejo mais rigoroso seja empregado, visando uma diminuição significativa da endogamia dentro e entre os rebanhos, bem como impedir a ocorrência de cruzamentos absorventes que diluem as características específicas de cada raça. Atualmente existem vários centros da Embrapa, universidades, empresas estaduais, e criadores que mantêm vários rebanhos das principais raças naturalizadas de animais domésticos do Brasil. Atualmente, na atual Rede de Recursos Animais, estão cobertos 26 Núcleos de Conservação, sendo três de bovinos, dois de bubalinos, quatro de equinos, quatro de caprinos, nove de ovinos, um de suínos e três de aves.

Inicialmente, a conservação *Ex situ*, na forma de sêmen e embriões, era realizada apenas na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, para onde animais dos diferentes núcleos eram trazidos

e eram submetidos à coleta de sêmen e embrionária. Mais tarde, verificou-se que muitos destes animais ao serem transportados e retirados de seu ambiente não apresentavam uma boa resposta às metodologias aplicadas, a exemplo da raça bovina Crioula Lageana. Assim sendo, com o avanço das metodologias e sua prática rotineira houve uma transformação na metodologia de trabalho executada na rede. As coletas agora são executadas, quando possível, nos diferentes Núcleos de Conservação e parte deste material, é transferido, por motivos estratégicos, para o Banco de Germoplasma Animal situado no Campo Experimental Sucupira (CES) da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, em Brasília, onde se localiza a coleção biológica de sêmen e embriões das diferentes espécies e raças que compõe a Rede. Adicionalmente, para as raças reconhecidas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), foi adotada estratégia de enviar os animais para centrais credenciadas de coleta de sêmen para que o material possa ser usado no futuro sem que barreiras sanitárias impeçam o mesmo. Até o momento, o BGA conta com cerca de 73.446 doses de sêmen e 341 embriões (Tabela 1).

Embora ainda não seja possível recuperar animais completos a partir do DNA isolado, os bancos de DNA, tem sido considerados em programas de conservação animal e vegetal. Estes, associados a metodologias de caracterização molecular, são extremamente úteis para, por exemplo, avaliar a estratégia mais rápida para quantificar e qualificar a variabilidade genética de grandes coleções de germoplasma. Neste contexto o Laboratório de Genética Animal possui um Banco de DNA e Tecidos desde 1998 que atualmente conta com 11.671 amostras de DNA que pertencem a várias raças de bovinos, caprinos, ovinos, equinos, asininos, bubalinos, aves, suínos bem como algumas espécies nativas com potencial produtivo de quelônios e peixes. Boa parte desse material já foi estudo por várias classes de marcadores moleculares de forma que várias informações foram geradas para subsidiar, por exemplo, os bancos de germoplasma existentes (Exemplos com Suínos: (Sollero *et al.* 2009; Souza *et al.* 2009), Ovinos: (Kijas *et al.* 2012; Paiva *et al.* 2011; Paiva *et al.* 2005), Bovinos: (Serrano, Egito *et al.* 2004; Egito, A. A. *et al.* 2007), Bubalinos: (Albuquerque *et al.* 2006), Equinos: (Egito, A.A. *et al.* 2007; Silva *et al.* 2012), Caprinos: (Oliveira *et al.* 2005; Araújo *et al.* 2010).

**Tabela 1.** Banco de Germoplasma Animal de Sêmen e Embriões da Rede Nacional de Conservação de Recursos Genéticos Animais em 2012.

Espécie	Embrapa Cenargen*		Outras Unidades/ Instituições**	
	Sêmen	Embriões	Sêmen	Embriões
Bovinos	52.021	251	9.693	4
Caprinos	871	8	886	18
Ovinos	3.766	25	3.151	138
Asininos	372	-	-	-
Equinos	993	9	-	-
Suínos	467	-	283	-

Peixes	-	-	943	-
Sub total	58.490	293	14.956	160
<b>Total</b>	<b>73.446</b>	<b>453</b>		

\* Depositados na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; \*\* Depositados em outras Unidades da Embrapa, Universidades, Empresas de Pesquisas Estaduais, Associações de Criadores.

A Convenção da Diversidade Biológica (Glowka *et al.* 1994) destaca a importância da conservação *In situ* como primordial mas considera a conservação *Ex situ* como uma estratégia complementar. Atualmente já existe um entendimento que as duas estratégias não são mutualmente exclusivas e que devem ser exercitadas, principalmente porque elas atendem, em parte a objetivos específicos distintos (Tabela 2). A importância da criopreservação, como atividade complementar, fica mais claro em animais de produção, onde, em geral, se tem vários problemas de endogamia em função do uso de poucos reprodutores para várias fêmeas em sistemas *Ex situ- In vivo* ou exclusivamente *In situ*. Adicionalmente o material genético depositados nos Bancos de germoplasma poderá ser usado para: (1) a restauração de uma raça extinta, (2) desenvolvimento de um novo grupo genético, (3) para apoiar programas de conservação in vivo, e (4) fornecer o material para os estudos moleculares o objetivo de identificar genes de importância econômica (Fao 2012).

**Tabela 2.** Estratégias de Conservação e suas respectivas capilaridades a diferentes objetivos dentro da Conservação de recursos Genéticos Animais. Adaptado de (Gandini e Oldenbroek 2007).

Objetivo	Técnica**		
	Criopreservação	<i>Ex situ- in vivo</i>	<i>In situ</i>
Flexibilidade dos países para usar seus RGA*			
Garantia para alterar sistemas de produção	++	+	++
Segurança biológica contra epidemias, desastres ambientais, etc	++	-	+
Oportunidades de pesquisa genômicas	++	++	++
Aspectos Genéticos			
Continuidade do processo evolutivo/ adaptação raças	-	+	++
Aumentar conhecimento fenotípico das raças	+	++	+++
Reduzir efeitos deriva genética	++	-	+
Uso sustentável dos sistemas de produção			
Oportunidades para desenvolvimento rural	-	+	+++
Manutenção agro-biodiversidade do sistema produção	-	-	++
Conservação diversidade cultural	-	+	++

\* Recursos Genéticos Animais;

\*\*+++ = alta relevância ao objetivo; ++ = relevância moderada; + = baixa relevância; - = irrelevante

### **Estratégias usadas para potencializar programas *Ex situ***

Os Bancos de Germoplasma Animal constituem um recurso genético estratégico tanto para a indústria bem como para fins de conservação <sup>(Welsh *et al.* 2010)</sup>. Para que essas coleções sejam funcionais e úteis, elas devem conter uma amostragem ampla de animais que por sua vez deverão ser minimamente relacionados. Dessa maneira, uma estratégia para avaliar os Bancos poderia se basear na análise da qualidade da distribuição geográfica e temporal. Esta linha de ação está diretamente relacionada com a proposta da FAO <sup>(Scherf 2008)</sup>, que sugere que recursos genéticos em Bancos *Ex situ* deverão estar georreferenciados para facilitar comparações entre países e regiões.

O georreferenciamento dos locais de coleta de material biológico das raças localmente adaptadas brasileiras ganha maior importância quando estas informações são agregadas com outras bases de dados (epidemiologia doenças, dados climáticos). Assim, os dados relacionados com os Recursos Genéticos (RGA) poderão ser utilizados em análise de sistemas de produção animal e da sua evolução ao longo do tempo, bem como correlacionadas com as mudanças no meio ambiente, bem como onde e como o RGA pode ser utilizado e em que condições. Um primeiro estudo de caso com esta metodologia foi realizar uma avaliação crítica da amostragem do banco de DNA de ovinos depositado no Laboratório de Genética Animal da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia em relação aos Núcleos de conservação existentes (Figura 2).

**Figura 2.** Distância geográfica dos Núcleos de conservação de ovinos no Brasil e os locais de coleta de amostras de ovinos depositadas no banco de DNA do Laboratório de Genética Animal.

Dos 27 estados da Federação, há amostras de ovinos no banco de DNA provenientes de 13 Estados. A distância média entre pontos de coleta e núcleos de conservação foi 550 km. Várias raças foram amostradas apenas próximo do seu núcleo, tais como Somalis Brasileira e Barriga Negra. Por outro lado, para as raças Crioula, Santa Inês e Morada Nova mostraram uma ampla distribuição da coleção, com distâncias médias 350 km do núcleo. A raça Santa Inês é a de maior efetivo do país, sendo criada no Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do país. A raça Crioula é encontrada nos estados do sul do Brasil, mas possui uma Associação de criadores bem ativa e um Núcleo de conservação bem estabelecido na Embrapa Pecuária Sul. A raça Morada Nova tem crescido nos últimos anos, em parte, em função da perda de características adaptativas da raça Santa Inês (Mcmanus *et al.* 2010; Lôbo *et al.* 2011), mas que ainda é um bem limitada à região Nordeste do Brasil. Em geral, como a maioria núcleos estão abertos, torna-se mais fácil para o núcleo obter animais para substituições de fazendas próximas. Adicionalmente foi possível notar que a falta de pontos de coleta para algumas raças e em alguns estados, bem como a concentração de amostras perto de centros da Embrapa e seus parceiros,

exigindo um esforço maior na amostragem para o banco.

Pela criopreservação de sêmen e embriões poder-se-á no futuro resgatar populações que por algum motivo possam ter se extinguido e que tenham importantes características para a pecuária nacional. Nestas coleções poder-se-á buscar a variabilidade necessária e características de adaptabilidade às intempéries da natureza que visem aumentar a produção ou acrescentar genes de interesse econômico às raças comerciais. Os doadores são escolhidos entre os animais mais representativos de cada uma das raças, não-aparentados, de forma a se armazenar a maior variabilidade genética possível. A criopreservação de embriões tornou-se mais corriqueira e menos onerosa, após a otimização de várias técnicas como punção folicular, fertilização *in vitro*, bissecção de embriões e maturação de oócitos. Lamentavelmente, o comportamento das raças "locais" quanto à resposta a superovulação tem sido menor do que a obtida com as raças comerciais, este assunto ainda é motivo de estudo em projetos relacionados à área reprodutiva e desenvolvidos no âmbito do Programa de Biotecnologia da Embrapa. Por este motivo, o número de embriões coletados nas raças envolvidas nas coleções aqui propostas é ainda pequeno. Contudo, trabalhos tem sido realizados para aumentar o conhecimento da fisiologia reprodutiva de machos e fêmeas das raças localmente adaptadas (ex., <sup>(Teixeira et al. 2011)</sup>).

Dados genéticos e genômicos permitem inferências diretas sobre ancestralidade, padrões gerais da estrutura de populações, eventos fundadores, introgressões, assinaturas de seleção natural e direcional e identificação de regiões genômicas de máxima ou mínima divergência, gerando uma base de informações valiosas para auxiliar na gestão dos recursos genéticos <sup>(Glaszmann et al. 2010; Mccouch et al. 2012)</sup>. Resultados obtidos recentemente com marcadores SNP para raças de ovinos brasileiras (ex., <sup>(Kijas, Lenstra et al. 2012)</sup>) estão subsidiando os atuais programas de Conservação *Ex situ* e *In situ*.

Apenas, como mais um exemplo, <sup>(Paiva, Silvério et al. 2005)</sup>, estudando a variabilidade genética das raças de ovinos brasileiras do cabelo por marcadores RAPD-PCR, concluiu que as cinco raças incluídos no estudo (Bergamácia Brasileira, Santa Inês, Morada Nova, Somalis Brasileira e Rabo Largo) foram significativamente diferentes uma das outras. Naquela época nem todas as raças estavam no programa de conservação da Embrapa ou não tinham ações específicas. Estes autores sugeriram que as raças Morada Nova, Somalis Brasileira e Rabo Largo deveriam ter ações efetivas no Programa de Conservação de Recursos Genéticos Animais da Embrapa. Nesta altura verificou-se um esforço para coletar amostras dessas raças bem como de outras, o que resultou em um aumento no número de amostras e análises genéticas agregadas (veja um resumo em <sup>(Mcmanus, Paiva et al. 2010)</sup>). Atualmente, a raça Morada Nova apresenta um programa de Melhoramento dentro da Embrapa, que se encontra em seu segundo ciclo de quatro anos, totalmente integrado com o Programa de Conservação de forma que, por exemplo, as ações de coleta de germoplasma também sejam comuns para ambos os programas.

## Perspectivas

Com o processo de aquecimento global e a perspectiva de mudanças relativamente rápidas nas condições climáticas atuais <sup>(Mcmanus et al. 2011a)</sup>, a conservação de raças localmente adaptadas cresce em importância. Isto pode ser em razão dos animais destas raças serem mais tolerantes ao estresse hídrico, nutricional e térmico <sup>(Mcmanus et al. 2011b)</sup>. Assim, a sua conservação e uso seria uma forma de garantir maior segurança alimentar para toda a sociedade. A manutenção da diversidade genética das raças naturalizadas de animais domésticos ainda esta em risco no Brasil para alguns grupos genéticos. Tal cenário reforça a necessidade de se criar um Programa de conservação *Ex situ* coeso que pelo menos atenda os critérios mínimos propostos pela FAO <sup>(Fao 2007)</sup> para garantir que os recursos genéticos animais brasileiros sejam adequadamente preservados e ao mesmo tempo capazes de serem disponibilizados mediante demandas específicas.

Em relação a disponibilização de recursos genéticos, esta em processo de finalização pela Plataforma Nacional de Recursos Genéticos um sistema de Informações que irá abrigar e integrar os dados relativos de todos os Bancos de Germoplasma e Núcleos de Conservação da Rede de Recursos Genéticos Animais da Embrapa. O mesmo esta sendo realizado em colaboração conjunta entre Brasil (Embrapa), Estados Unidos (ARS-USDA) e Canadá (Agri-Canada). Este sistema estará desenvolvido até o final deste ano de 2012 e o treinamento dos curadores e demais usuários se iniciará em 2013. Com esse sistema se espera que além da organização dos acervos, o processo de intercâmbio e caracterização sejam padronizados ao longo dos Bancos participantes de forma a unificar os dados obtidos por todo o Brasil.

Em relação aos dados georreferenciados, quando os mesmos forem associados a dados genéticos, uma nova área de investigação interdisciplinar será aberta no país para espécies de produção, a genética de paisagem, que combina genética de populações, ecologia da paisagem e estatísticas espaciais. O objetivo desta área de estudo é descrever e explicar como a paisagem e seus componentes afetam a variação genética de populações de animais e plantas. Estes métodos têm o potencial de aumentar nosso conhecimento de como heterogeneidade da paisagem influencia a estrutura populacional, fluxo gênico e adaptação. Com este conhecimento, os programas de conservação irão obter informações estratégicas para elaborar, adaptar os programas de conservação *Ex situ*. Ainda em relação a caracterização genética, as novas tecnologias de genotipagem de alta escala bem como as técnicas de sequenciamento de nova geração permitirão identificar milhares de polimorfismos genéticos, isentos de efeito ambiental, para milhares de indivíduos, em pouco tempo e custos pelo menos uma ordem de magnitude menor do que era possível poucos anos atrás. Novamente, tal ganho de informação genômica irá permitir uma avaliação muito mais precisa dos bancos de germoplasma do Brasil, bem como irá permitir a definitiva comparação dos mesmos com outros provenientes de diferentes países.

As técnicas de reprodução animal (i.e. inseminação artificial, fecundação in vitro, transferência de embriões, clonagem, transgenia, etc.) são ferramentas de indiscutível utilidade e importância para a pecuária e parte delas deverão continuar auxiliando programas de conservação. A intensidade de uso de cada uma será totalmente proporcional aos custos de implementação. Contudo, dois campos deverão receber destaque especial: (1) avaliação da implementação de bancos de células de animais (fibroblastos ou outro grupo celular) nos programas de conservação. Tal método poderá viabilizar em um futuro próximo, por exemplo, a introdução de genes específicos em linhagens celulares para serem fonte de núcleos na transferência nuclear e na concomitante produção de clones transgênicos; (2) avanço nas pesquisas de conservação de ovócitos. Embora a coleta de ovócitos já seja uma realidade, o sucesso no seu descongelamento ainda é muito baixo, de forma que esta tecnologia precisa ser melhorada para poder ser utilizada na conservação de recursos genéticos animais.

A endogamia é, atualmente, um dos maiores gargalos nos rebanhos de conservação em razão do pequeno tamanho efetivo populacional. Esta situação é uma realidade inclusive nas raças consideradas comerciais e/ou especializadas, tanto pelo uso abusivo de sêmen de poucos reprodutores, como pela utilização maciça de técnicas biotecnológicas, como inseminação artificial e transferência de embriões, que aumentam a homogeneidade dos rebanhos, em razão da redução da variabilidade genética. Este fato acarreta na fixação prematura de várias características que poderiam vir a ser importantes no futuro. Dessa forma, em termos de garantir a segurança alimentar, é preciso refletir se as raças/linhagens representativas dos estoques comerciais de animais domésticos de produção devam realmente ser incorporados aos Bancos de Germoplasma. Esta incorporação poderá ser realizada em parceria com os Centros de Produto da Embrapa e, fundamentalmente, com a iniciativa privada, tendo em vista o elevado custo das doses de sêmen de animais elite ou formadores dessas raças. Da mesma forma, o programa atual deverá continuar a adaptar sua estrutura para absorver germoplasma de espécies nativas com potencial econômico, como espécies relacionadas a aquicultura e apicultura que continuam crescendo em pesquisas e ações dentro e fora da Embrapa.

### **Agradecimentos**

Os autores gostariam de agradecer a todos os curadores da Embrapa de Bancos de Germoplasma e Núcleos de conservação da Rede de Recursos Genéticos Animais bem como colaboradores de Universidades, Empresas Estaduais de Pesquisa e Associação de Criadores que permitem a manutenção deste Programa nos últimos 26 anos. Também é importante agradecer as fontes Financiadores, CNPq, CAPES, FAP-DF.

### **Referências Bibliográficas**

<sup>1</sup> HERPIN, P.; CHARLEY, B. Quel avenir pour les recherches en

productions et santé animales? **Productions animales**, v. 21, n. 1, p. 137-143, 2008. ISSN 0990-0632.

- <sup>2</sup> SEO, S. N.; MENDELSON, R. A structural ricardian analysis of climate change impacts and adaptations in African agriculture. 2008.
- <sup>3</sup> WOLFE, M. S.; BARESEL, J. P.; DESCLAUX, D.; GOLDRINGER, I.; HOAD, S.; KOVACS, G.; LOSCHENBERGER, F.; MIEDANER, T.; OSTERGARD, H.; VAN BUEREN, E. T. L. Developments in breeding cereals for organic agriculture. **Euphytica**, v. 163, n. 3, p. 323-346, Oct 2008. ISSN 0014-2336. Disponível em: <<Go to ISI>://000258654800002 >.
- <sup>4</sup> FAO. **The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture**. Rome: 2007. ISBN 9251057621.
- <sup>5</sup> MARIANTE, A. S.; CAVALCANTE, N. **Animais do descobrimento: raças domésticas da história do Brasil**. Embrapa-Assessoria de Comunicação Social: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000. 232
- <sup>6</sup> EGITO, A. A.; ALBUQUERQUE, M. S.; MARIANTE, A. S. Situação atual da caracterização genética animal na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. **SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS PARA A AMÉRICA LATINA E CARIBE, SIRGEALC**, v. 2, 1999.
- <sup>7</sup> SERRANO, G. M.; EGITO, A. A.; MCMANUS, C.; MARIANTE, A. D. Genetic diversity and population structure of Brazilian native bovine breeds. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 6, p. 543-549, Jun 2004. ISSN 0100-204X. Disponível em: <<Go to ISI>://000223626300005 >.
- <sup>8</sup> MCMANUS, C.; PALUDO, G.; LOUVANDINI, H.; GUGEL, R.; SASAKI, L.; PAIVA, S. Heat tolerance in Brazilian sheep: Physiological and blood parameters. **Tropical Animal Health and Production**, v. 41, n. 1, p. 95-101, Jan 2009a. ISSN 0049-4747. Disponível em: <<Go to ISI>://000261413000013 >.

- <sup>9</sup> OLIVEIRA, L. A.; CAMPELO, J. E. G.; AZEVEDO, D. M. M. R.; COSTA, A. P. R.; TURCO, S. H. N.; MOURA, J. W. S. ESTUDO DE RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE EQUINOS SEM RAÇA DEFINIDA E DA RAÇA QUARTO DE MILHA ÀS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DE TERESINA, PIAUÍ. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 4, p. 827-838, 2008. ISSN 1809-6891.
- <sup>10</sup> IANELLA, P.; MCMANUS, C. M.; CAETANO, A. R.; PAIVA, S. R. PRNP haplotype and genotype frequencies in Brazilian sheep: issues for conservation and breeding programs. **Research in veterinary science**, v. 93, n. 1, p. 219-25, Aug 2012. ISSN 1532-2661 (Electronic)  
0034-5288 (Linking). Disponível em: <  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21816449>>.
- <sup>11</sup> MCMANUS, C.; LOUVANDINI, H.; PAIVA, S. R.; DE OLIVEIRA, A. A.; AZEVEDO, H. C.; DE MELO, C. B. Genetic factors of sheep affecting gastrointestinal parasite infections in the Distrito Federal, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 166, n. 3-4, p. 308-313, Dec 23 2009b. ISSN 0304-4017. Disponível em: <<Go to ISI>://000272860600019 >.
- <sup>12</sup> SILVA, B. D. M.; CASTRO, E. A.; SOUZA, C. J. H.; PAIVA, S. R.; SARTORI, R.; FRANCO, M. M.; AZEVEDO, H. C.; SILVA, T. A. S. N.; VIEIRA, A. M. C.; NEVES, J. P.; MELO, E. O. A new polymorphism in the Growth and Differentiation Factor 9 (GDF9) gene is associated with increased ovulation rate and prolificacy in homozygous sheep. **Animal Genetics**, v. 42, n. 1, p. 89-92, Feb 2011. ISSN 0268-9146. Disponível em: <<Go to ISI>://000286102100013 >.
- <sup>13</sup> SIMIANER, H. **Use of molecular markers and other information for sampling germplasm to create an animal gene bank**. FAO, 2006. 81-96 ISBN 92-5-105480-0.
- <sup>14</sup> SOLLERO, B.; PAIVA, S.; FARIA, D.; GUIMARÃES, S.; CASTRO, S.; EGITO, A.; ALBUQUERQUE, M.; PIOVEZAN, U.; BERTANI, G.; MARIANTE, A. S. Genetic diversity of Brazilian pig breeds

evidenced by microsatellite markers. **Livestock Science**, v. 123, n. 1, p. 8-15, 2009. ISSN 1871-1413.

- 15 SOUZA, C.; PAIVA, S.; PEREIRA, R.; GUIMARÃES, S.; DUTRA JR, W.; MURATA, L.; MARIANTE, A. Iberian origin of Brazilian local pig breeds based on Cytochrome b (MT-CYB) sequence. **Animal Genetics**, v. 40, n. 5, p. 759-762, 2009. ISSN 1365-2052.
- 16 KIJAS, J. W.; LENSTRA, J. A.; HAYES, B.; BOITARD, S.; NETO, L. R. P.; SAN CRISTOBAL, M.; SERVIN, B.; MCCULLOCH, R.; WHAN, V.; GIETZEN, K.; PAIVA, S.; BARENDSE, W.; CIANI, E.; RAADSMA, H. W.; MCEWAN, J. C.; DAIRYMPLE, B. Genome-Wide Analysis of the World's Sheep Breeds Reveals High Levels of Historic Mixture and Strong Recent Selection. **PLoS Biology**, v. 10, n. 2, p. e1001258, 2012. ISSN 1545-7885.
- 17 PAIVA, S. R.; FACO, O.; FARIA, D. A.; LACERDA, T.; BARRETTO, G. B.; CARNEIRO, P. L. S.; LOBO, R. N. B.; MCMANUS, C. Molecular and pedigree analysis applied to conservation of animal genetic resources: the case of Brazilian Somali hair sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 43, n. 7, p. 1449-1457, Oct 2011. ISSN 0049-4747. Disponível em: <<Go to ISI>://000295586900024 >.
- 18 PAIVA, S. R.; SILVÉRIO, V. C.; EGITO, A. A.; MCMANUS, C.; FARIA, D. A.; MARIANTE, A. S.; CASTRO, S. R.; ALBUQUERQUE, M. S. M.; DERGAM, J. A. Genetic variability of the Brazilian hair sheep breeds. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 9, p. 887-893, 2005. ISSN 0100-204X.
- 19 EGITO, A. A.; PAIVA, S. R.; ALBUQUERQUE MDO, S.; MARIANTE, A. S.; ALMEIDA, L. D.; CASTRO, S. R.; GRATTAPAGLIA, D. Microsatellite based genetic diversity and relationships among ten Creole and commercial cattle breeds raised in Brazil. **BMC genetics**, v. 8, p. 83, 2007. ISSN 1471-2156 (Electronic)  
1471-2156 (Linking). Disponível em: <  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18067665> >.

- 20 ALBUQUERQUE, M. S. M.; EGITO, A. A.; MARQUES, J. R. F.; CIAMPI, A. Y.; MARIANTE, A. S.; CASTRO, S. T. R.; COSTA, M. R.; PAIVA, S. R.; SILVA, A. M.; CONTEL, E. P. B. Variabilidade genética em búfalos estimada por marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 14, n. 4, p. 623-628, 2006.
- 21 EGITO, A. A.; FUCK, B. H.; MCMANUS, C.; PAIVA, S. R.; ALBUQUERQUE, M. S. M.; SANTOS, S. A.; ABREU, U. G. P.; SILVA, J. A.; SERENO, F. T. P. S.; MARIANTE, A. S. Genetic variability of Pantaneiro horse using RAPD-PCR markers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 799-806, 2007. ISSN 1516-3598.
- 22 SILVA, A. C.; PAIVA, S. R.; ALBUQUERQUE, M. S. M.; EGITO, A. A.; SANTOS, S. A.; LIMA, F. C.; CASTRO, S. T. R.; MARIANTE, A. S.; CORREA, P. S.; MCMANUS, C. Genetic variability in local Brazilian horse lines using microsatellite markers. **Genetics and Molecular Research**, v. 11, n. 2, p. 10, 2012.
- 23 OLIVEIRA, R. R.; EGITO, A. A.; RIBEIRO, M. N.; PAIVA, S. R.; M., A. M. S.; CASTRO, S. T. R.; MARIANTE, A. S.; ADRIÃO, M. Genetic characterization of the Moxotó goat breed using RAPD markers. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v. 40, n. 3, p. 233-239, 2005.
- 24 ARAÚJO, A. M.; GUIMARÃES, S. E. F.; PEREIRA, C. S.; LOPES, P. S.; RODRIGUES, M. T.; MACHADO, T. M. M. Paternity in Brazilian goats through the use of DNA microsatellites. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p. 1011-1014, 2010. ISSN 1516-3598.
- 25 GLOWKA, L.; BURHENNE-GUILMIN, F.; SYNGE, H. **A guide to the Convention on Biological Diversity**. World Conservation Union, 1994. ISBN 2831702224.
- 26 FAO. **Cryoconservation of animal genetic resources**. Rome: 2012.
- 27 GANDINI, G.; OLDENBROEK, K. **Strategies for moving from**

**conservation to utilisation.** 2007. 29-54

- 28 WELSH, C.; STEWART, T.; SCHWAB, C.; BLACKBURN, H. Pedigree analysis of 5 swine breeds in the United States and the implications for genetic conservation. **Journal of animal science**, v. 88, n. 5, p. 1610-1618, 2010. ISSN 0021-8812.
- 29 SCHERF, B. **Description of production environments to support management of farm animal breeds in marginal areas.** FAO/ARC/ILRI Workshop on Conservation, management and use of marginal farm animal genetic resources, held at the 10th World Conference for Animal Production. Capetown, South Africa 2008.
- 30 MCMANUS, C.; PAIVA, S. R.; ARAÚJO, R. O. Genetics and breeding of sheep in Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 236-246, 2010. ISSN 1516-3598.
- 31 LÔBO, R. N. B.; PEREIRA, I. D. C.; FACÓ, O.; MCMANUS, C. M. Economic values for production traits of Morada Nova meat sheep in a pasture based production system in semi-arid Brazil. **Small Ruminant Research**, 2011. ISSN 0921-4488.
- 32 TEIXEIRA, H.; NASCIMENTO, N.; MCMANUS, C.; EGITO, A.; MARIANTE, A. S.; RAMOS, A. Seasonal influence on semen traits and freezability from locally adapted Curraleiro bulls. **Animal Reproduction Science**, 2011. ISSN 0378-4320.
- 33 GLASZMANN, J. C.; KILIAN, B.; UPADHYAYA, H. D.; VARSHNEY, R. K. Accessing genetic diversity for crop improvement. **Current opinion in plant biology**, v. 13, n. 2, p. 167-73, Apr 2010. ISSN 1879-0356 (Electronic) 1369-5266 (Linking). Disponível em: <  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20167531> >.
- 34 MCCOUCH, S. R.; MCNALLY, K. L.; WANG, W.; HAMILTON, R. S. Genomics of gene banks: A case study in rice. **American Journal of Botany**, v. 99, n. 2, p. 407-423, 2012. ISSN 0002-9122.
- 35 MCMANUS, C.; LOUVANDINI, H.; GUGEL, R.; SASAKI, L. C. B.;

BIANCHINI, E.; BERNAL, F. E. M.; PAIVA, S. R.; PAIM, T. P. Skin and coat traits in sheep in Brazil and their relation with heat tolerance. **Tropical Animal Health and Production**, v. 43, n. 1, p. 121-126, Jan 2011a. ISSN 0049-4747. Disponível em: <<Go to ISI>://000284884800020 >.

36

MCMANUS, C.; CASTANHEIRA, M.; PAIVA, S. R.; LOUVANDINI, H.; FIORAVANTI, M. C. S.; PALUDO, G. R.; BIANCHINI, E.; CORREA, P. S. Use of multivariate analyses for determining heat tolerance in Brazilian cattle. **Tropical Animal Health and Production**, v. 43, n. 3, p. 623-630, Mar 2011b. ISSN 0049-4747. Disponível em: <<Go to ISI>://000287097100016 >.